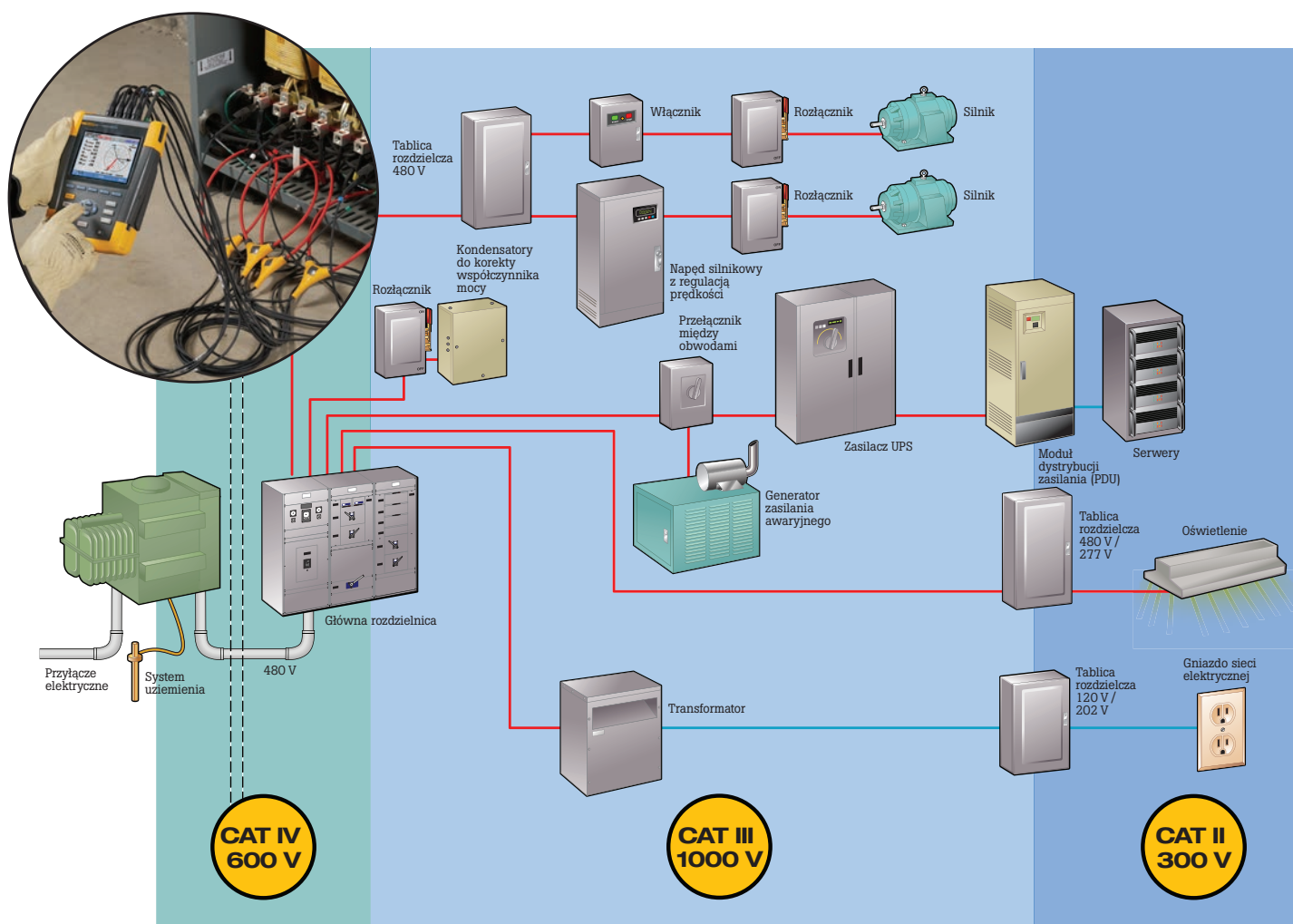


OPIS ZASTOSOWAŃ

# Koszty związane z niską jakością energii

Produktywność jest kluczem do przetrwania w dzisiejszym globalnie konkurencyjnym środowisku. Po uwzględnieniu podstawowych czynników produkcji — czasu, pracy i materiałów — widać, że nie pozostaje wiele miejsca na optymalizację. Doba wynosi 24 godziny, praca jest kosztowna, a co do materiałów nie ma dużego wyboru. W związku z tym każda firma musi korzystać z automatyzacji, aby uzyskać większy poziom wydajności z tego samego poziomu wejściowego. W przeciwnym razie grozi jej upadek.

Opiaramy się więc na automatyzacji, co z kolei opiera się na czystej energii. Problemy z jakością energii mogą sprawić, że procesy i wyposażenie będą działać nieprawidłowo lub przestaną działać. Konsekwencje mogą dotyczyć nadmiernych kosztów energii lub całkowitego przerwania pracy. Jakość energii jest zatem najważniejsza.





Współzależność różnych systemów dodaje warstwy złożoności do problemów z jakością energii. Komputery działają prawidłowo, ale sieć nie funkcjonuje i nikt nie może zarezerwować lotu ani wypełnić raportu wydatków. Proces działa prawidłowo, ale wyłączono systemy HVAC i produkcja musi zostać wstrzymana. Systemy o krytycznym znaczeniu istnieją w całym zakładzie i przedsiębiorstwie — problemy z jakością energii mogą w każdej chwili gwałtownie zatrzymać każdy z takich procesów. Zwykle dzieje się to na dodatek w najgorszym możliwym czasie.

Gdzie powstają problemy z jakością energii? Większość z nich ma swoje źródło **wewnątrz zakładu**. Może to wynikać z problemów z następującymi elementami:

- Instalacja — nieprawidłowe uziemienie, nieprawidłowe przeprowadzanie tras, za słaba dystrybucja.
- Eksploatacja — sprzęt pracujący poza parametrami obliczeniowymi.
- Działania zapobiegawcze — nieprawidłowe ekranowanie lub brak korekty współczynnika mocy.
- Konserwacja — zużycie izolacji przewodów lub połączeń uziemiających.

Nawet prawidłowo zainstalowany i konserwowany sprzęt w dobrze zaprojektowanym zakładzie może wraz z wiekiem powodować problemy z jakością energii.

Bezpośredni pomiar strat na skutek niskiej jakości energii można zrealizować za pomocą przyrządu Fluke 430 Series II, który bezpośrednio mierzy straty związane z harmonicznymi i asymetrią oraz wyliczyć te straty w oparciu o koszt jednostkowy energii.

Problemy z jakością energii mogą również mieć swoje źródło poza zakładem. Żyjemy ze stałym zagrożeniem ze strony nieprzewidywalnych przestojów, zapadów napięcia i przepięć. Oczywiście łączy się z tym koszty. Jak je zmierzyć?

### Mierzenie kosztów związanych z niską jakością energii

Skutki problemów z jakością energii odczuwa się w trzech ogólnych obszarach: przestój, problemy z wyposażeniem i koszty energii.

**Zapoznajmy się z przykładem.** Twoja fabryka wytwarza 1000 gadżetów na godzinę, a każdy z nich zapewnia 9 USD przychodu. W związku z tym przychody na godzinę wynoszą 9000 USD. Jeśli koszty produkcji wynoszą 3000 USD, zysk operacyjny wynosi 6000 na godzinę przy działającej produkcji. Po zatrzymaniu produkcji traci się 6000 USD przychodu na godzinę, a nadal należy płacić koszty stałe (np. koszty ogólne i wynagrodzenia). To są właśnie koszty nie działającego systemu. Ale przestój ma inne związane z nim koszty:

- **Odpad.** Jak wiele surowców lub pracy w toku należy wyrzucić po zatrzymaniu procesu?
- **Ponowne uruchomienie.** Ile kosztuje przywrócenie stanu i ponowne uruchomienie maszyn po nieplanowanym wyłączeniu?
- **Dodatkowa praca.** Czy konieczne jest płacenie nadgodzin lub zlecenie pracy w celu reagowania na przestój?

### Przestój

Aby zmierzyć koszty przestoju systemu, należy znać dwie rzeczy:

1. Przychody na godzinę wynikające z produktywności systemu.
2. Koszty produkcji.

Należy również rozważyć proces biznesowy. Czy jest to ciągły, w pełni wykorzystywany proces (np. rafineria)? Czy produkt musi zostać zużyty po wyprodukowaniu (np. elektrownia)? Czy klienci mogą przechodzić bezzwłocznie na alternatywy, jeśli produkt nie jest dostępny (np. karta kredytowa)? Jeśli odpowiedź na którekolwiek z tych pytań brzmi „tak”, to utraconych przychodów nie można odzyskać lub jest to bardzo trudne.

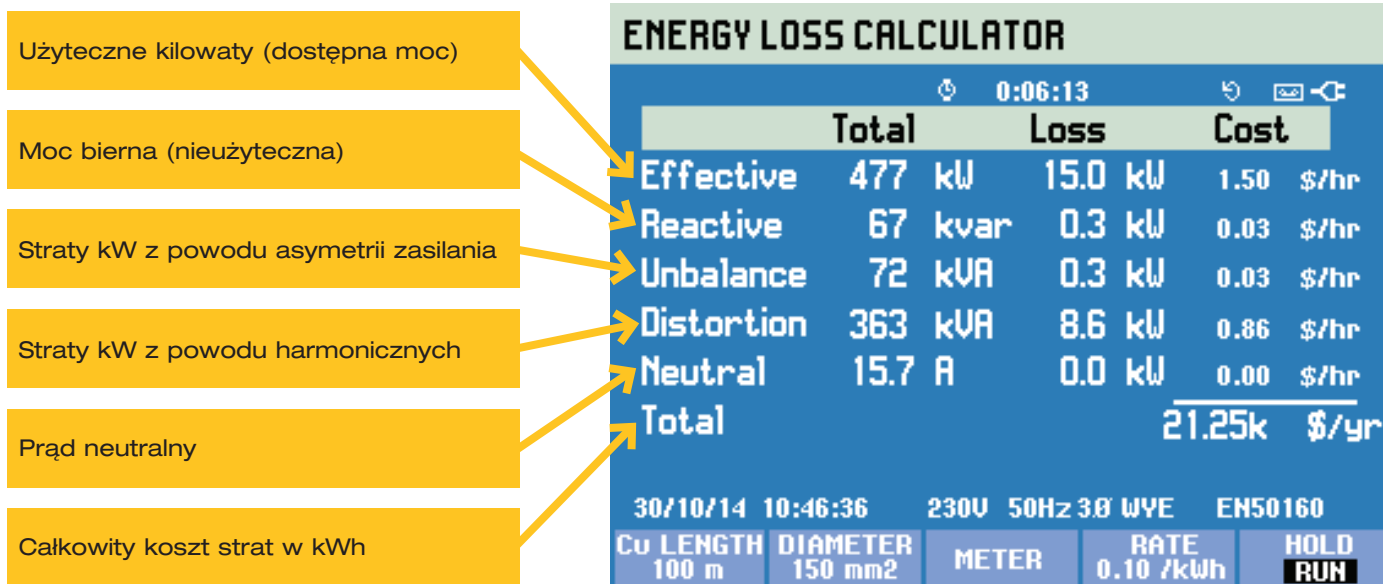
Czy jesteś producentem OEM? Jeśli nie możesz organizować dostaw na czas, Twój klient może przejść do konkurenta, które je zapewni.

### Problemy z wyposażeniem

Ze względu na wielość zmiennych trudno ustalić dokładne koszty. Czy ten silnik naprawdę uległ awarii na skutek nadmiernych harmonicznym czy przyczyna była inna? Czy trzecia linia produkcyjna generuje niedoróbki w związku ze zmianami w źródle energii, które wpływają na wydajność pracy maszyn? Aby uzyskać prawidłowe odpowiedzi, należy wykonać dwie czynności:

1. Zidentyfikować główną przyczynę.
2. Określić faktyczne koszty.

**Oto przykład.** Fabryka wytwarza plastikowe taśmy, które muszą mieć jednolitą grubość. Operatorzy stale zgłaszają duże ilości niedoróbek późnym popołudniem. Można odkryć bezpośrednią korelację między za niskim napięciem spowodowanym przez intensywniejszą pracę systemów HVAC, a za małą prędkością maszyny. Menedżer ds. operacyjnych wyliczył koszty niedoróbek netto - 3000 USD dziennie. Firma ma o tyle mniejsze przychody z powodu za niskiego napięcia. Nie należy jednak zapominać o innych kosztach, takich jak te związane z przestojem.



### Koszty energii

Aby zmniejszyć kwotę na rachunku, należy zarejestrować wzorce zużycia energii i dostosować czasy pracy systemu i włączania obciążeń w celu ograniczenia co najmniej jednego z poniższych elementów.

1. Faktyczne zużycie energii (kWh)
2. Kary wynikające ze współczynnika mocy
3. Struktura opłaty za zapotrzebowanie szczytowe

Do tej pory obliczanie kosztów strat energii wywołane przez problemy z jakością energii było zadaniem dla najbardziej wyspecjalizowanych inżynierów. Koszt strat można było wyliczyć tylko przez wykonanie poważnych obliczeń komputerowych. Bezpośredni pomiar strat i określenie ich wartości nie były możliwe. Dzięki opatentowanym algorytmom używanym w przyrządach Fluke 430 Series II straty wywołane przez powszechne problemy z jakością energii, takie jak harmoniczne i asymetria, można zmierzyć bezpośrednio. Wprowadzenie kosztów energii do przyrządu pozwala na bezpośrednie wyliczenie kosztów.

**Zużycie energii można zmniejszyć,** eliminując z systemu dystrybucji elementy o niskiej sprawności. Źródła nieefektywności to między innymi:

- Duży prąd w przewodzie neutralnym związany z asymetrycznymi obciążeniami i potrojonymi harmonicznymi.
- Silnie obciążone transformatory – szczególnie te używane do obciążeń nieliniowych.

- Stare silniki, stare napędy i inne problemy związane z silnikami.
- Silnie zniekształcona moc, która może wywoływać nadmierne ogrzewanie w systemie zasilania.

**Aby zapobiec nałożeniu kar za współczynnik mocy,** należy go skorygować. Ogólnie wiąże się to z instalowaniem kondensatorów korekcyjnych. Jednak ten podstawowy środek zaradczy może stanowić niskoimpedacyjną ścieżką dla harmoniczných. Zastosowanie niewłaściwych kondensatorów może prowadzić do wystąpienia zjawiska rezonansu lub nawet do spalania kondensatorów. Jeśli występują harmoniczne, przed skorygowaniem współczynnika mocy należy się skontaktować z wykwalifikowanym elektrykiem.

**Opłaty za zapotrzebowanie szczytowe można zmniejszyć,** zarządzając obciążeniem szczytowym. Niestety wiele osób może przeoczyć główny element tego kosztu wynikający z niskiej jakości zasilania przy szczytowym zużyciu energii i nie wyciągnąć wniosków

z nadmiernych opłat. W celu określenia realnych kosztów obciążenia szczytowego należy znać trzy następujące czynniki:

1. „Normalne” zużycie energii
2. „Czyste” zużycie energii
3. Struktura opłat za obciążenie szczytowe

Eliminując problemy z jakością zasilania, można zmniejszyć zapotrzebowanie szczytowe i obniżyć jego poziom początkowy. Wykorzystując zarządzanie obciążeniem, można kontrolować czas pracy określonego sprzętu oraz sposób nakładania się na siebie obciążeń. Teraz średnie zapotrzebowanie obiektu wynosi 515 kWh, a obciążenie szczytowe utrzymuje się na poziomie 650 kWh. Wprowadzenie zarządzania obciążeniem pozwala na przesunięcie pewnych obciążeń, przez co zmniejsza się liczba obciążeń nakładających się na siebie – nowe obciążenie szczytowe rzadko przekracza poziom 595 kWh.

**Zapoznajmy się z przykładem.** Kompleks fabryczno-biurowy zużywa średnio 570 kWh podczas dnia pracy. Przez większość dni osiąga jednak szczyt 710 kWh. Zakład energetyczny pobiera opłaty za każde 10 kWh powyżej 600 kWh dla całego miesiąca, podczas każdego przekroczenia 600 kWh w trakcie 15-minutowego okna pomiaru szczytowego. Korygując współczynnik mocy, ograniczając harmoniczne, korygując zapady i instalując system zarządzania obciążeniem, uzyskuje się inny obraz zużycia energii – taki, który można obliczyć.



## Oszczędzanie pieniędzy dzięki jakości energii

Koszty niskiej jakości energii zostały już obliczone. Teraz należy wiedzieć, jak wyeliminować te koszty. Pozwólą na to następujące kroki.

- **Analiza systemu.**  
Określenie, w jaki sposób system może wspierać procesy i jaka infrastruktura jest niezbędna w celu unikania awarii. Sprawdzenie pojemności obwodu przed instalacją nowego sprzętu. Ponowne sprawdzenie wyposażenia krytycznego po zmianach w konfiguracji.
- **Zgodność z normami.**  
Należy na przykład sprawdzić system uziemienia pod kątem zgodności z IEEE-142. Sprawdzenie systemu dystrybucji zasilania pod kątem zgodności z normą IEEE-141.
- **Sprawdzenie zabezpieczeń układu zasilania.**  
Obejmuje zabezpieczenia odgromowe, zabezpieczenia TVSS i ochronę przeciwudarową. Czy te zabezpieczenia zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane?
- **Uzyskanie referencyjnych danych testowych dla wszystkich obciążeń.**  
Jest to niezwykle ważna kwestia w przypadku konserwacji prognozy i pozwala na dostrzeżenie pojawiających się problemów.
- **Łagodzenie.**  
Łagodzenie problemów z jakością energii obejmuje korekcję (np. naprawę uziemienia) i naprawę (np. transformatory zaprojektowane do przenoszenia dodatkowego obciążenia). Należy rozważyć jakość energii i moc zapasową.

- **Przegląd praktyk w zakresie konserwacji.**  
Czy prowadzisz testy, a następnie wykonujesz działania korygujące? Przeprowadzanie określonych testów w krytycznych punktach — na przykład sprawdzanie napięcia między przewodem neutralnym a uziemieniem na głównych szynach zasilających i krytycznych odgałęzieniach. Przeprowadzanie testów w podczterwieni dla wyposażenia dystrybucyjnego. Określenie podstawowych przyczyn awarii, aby móc zapobiegać ich ponownemu wystąpieniu.
- **Monitorowanie.**  
Czy widać zniekształcenia napięcia przed przegrzaniem silników? Czy można śledzić stany przejściowe? Jeśli nie zainstalowano systemu monitorowania energii, zbliżający się problem prawdopodobnie nie zostanie dostrzeżony — widać jednak będzie przestój nim spowodowany.

W tym miejscu należy określić koszty zapobiegania i naprawiania — a następnie porównać je z kosztami niskiej jakości energii. To zestawienie pozwoli uzasadnić inwestycje niezbędne do wyeliminowania problemów z jakością energii. Ponieważ działania w tym zakresie powinno się wykonywać w sposób ciągły, należy używać odpowiednich przyrządów, dzięki którym można prowadzić własne testy i monitoring zasilania, zamiast zlecać to innym firmom. Obecnie takie przyrządy są dostępne w zaskakująco przystępnej cenie — ich koszt zawsze będzie mniejszy od kosztów przestojów.

**Fluke.** *Keeping your world up and running.*®

**Fluke Europe B.V.**  
P.O. Box 1186  
5602 BD Eindhoven  
The Netherlands  
Tel: +31 4 0267 5406  
E-mail [cs.pl@fluke.com](mailto:cs.pl@fluke.com)  
Web: [www.fluke.pl](http://www.fluke.pl)

©2004-2012, 2017 Fluke Corporation. Wszelkie prawa zastrzeżone. Dane mogą ulec zmianie bez uprzedzenia. 12/2017 2391563d-pol

**Modyfikacja niniejszego dokumentu bez pisemnej zgody Fluke Corporation jest zabroniona.**